

# Информация и ее свойства.

Информация – это **сведения** об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, **которые уменьшают имеющуюся степень неопределенности знаний об эти объектах и явлениях.**

В основе информации лежат данные.

Данные – это зарегистрированные сообщения или сигналы, которые по каким-либо причинам не используются, а только хранятся. В том случае, когда появляется возможность использовать эти данные для уменьшения неопределенности знаний о чем-либо, данные превращаются в информацию.

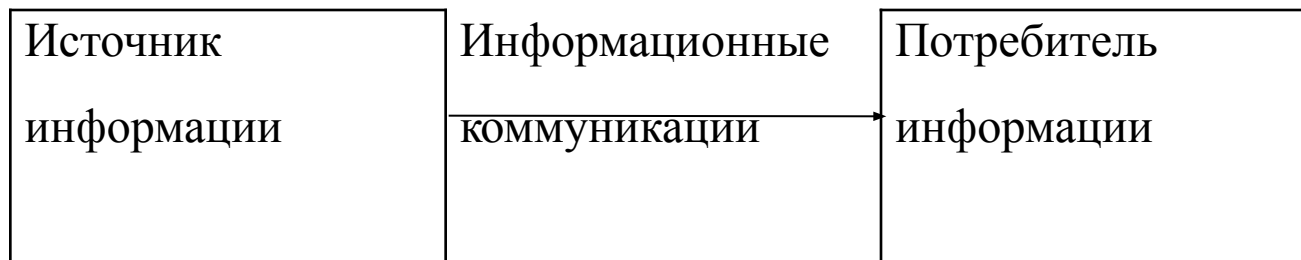
# Пример.

Номера телефонов, записанные на листе – это просто набор чисел, данные. Если снабдить эти данные фамилией абонента, то эти данные превращаются в информацию, т.к. они показывают владельцев телефонов.

**Источниками** информации являются объекты или явления, порождающие различные сигналы.

**Потребителями** информации являются различные процессы или объекты.

Пути и процессы, обеспечивающие передачу информации от источника к потребителю, называются **информационными коммуникациями**.



# **Действия с информацией**

Действия с информацией выполняются путем операций над данными, которые являются носителем информации.

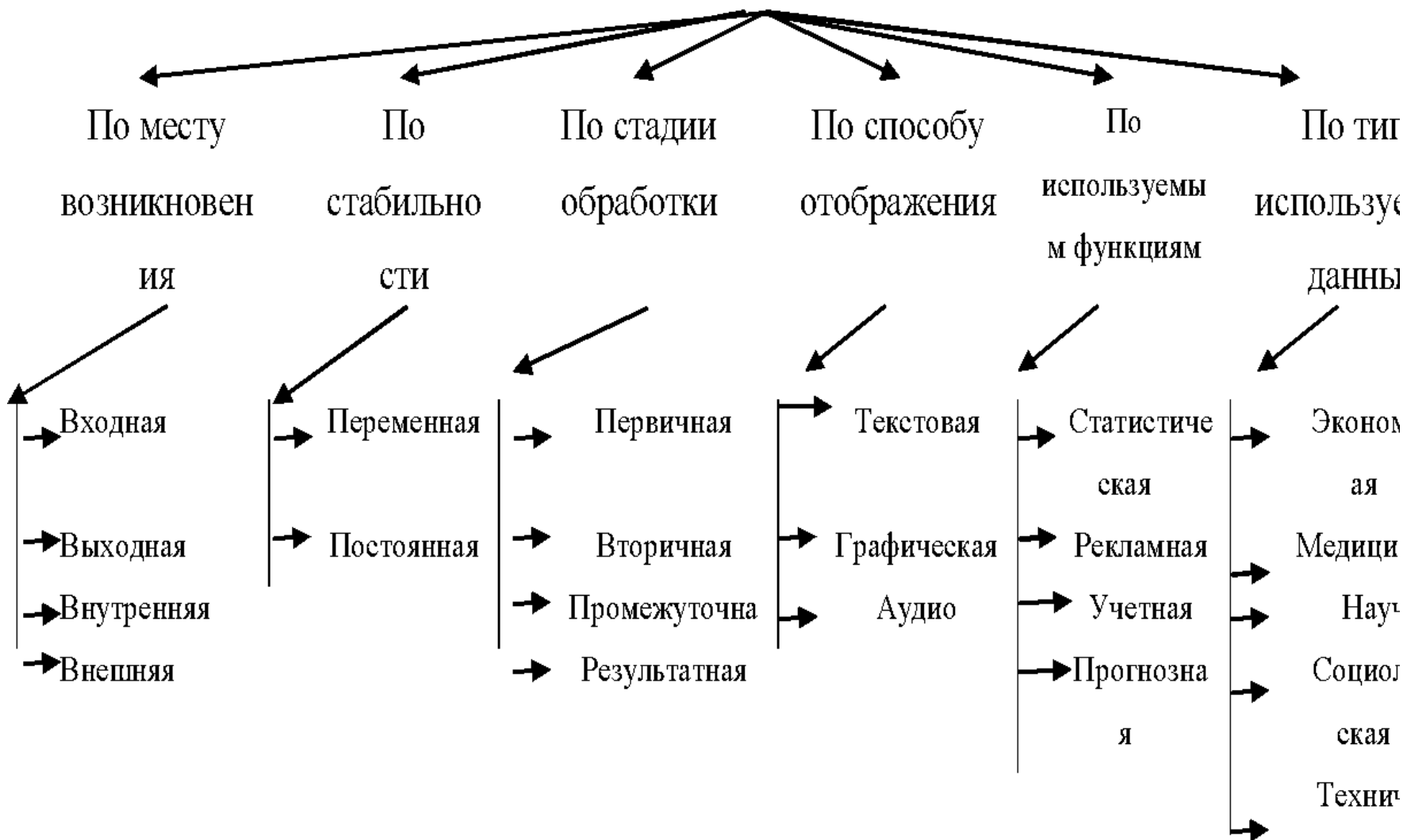
## **Основные операции над данными:**

1. Создание
2. Хранение
3. Обработка
4. Поиск
5. Копирование
6. Передача
7. Прием
8. Разрушение

**Разработка технологий выполнения этих операций – одна из важнейших задач информатики.**

# Классификация информации.

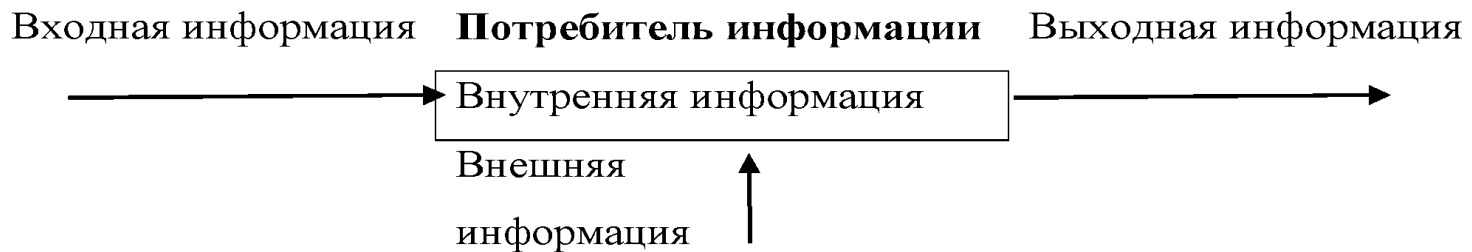
Информация



**Входная информация** – это информация, которую потребитель информации получает для обработки.

**Выходная информация** – это информация, которую потребитель информации выдает во внешнюю среду после обработки. Выходная информация одного потребителя может служить входной для других потребителей.

**Внутренняя информация** возникает внутри потребителя, **внешняя** – за его пределами.



**Переменная информация** – это информация, которая меняется с определенной периодичностью.

**Постоянная информация** – это информация, остающаяся неизменной некоторый достаточно длительный период времени

**Первичная информация** – это информация, которая существует перед началом обработки.

**Вторичная информация** является результатом обработки первичной информации.

**Промежуточная информация** – это вторичная информация, которая используется для дальнейших расчетов.

**Результатная информация** – это вторичная информация, которая в дальнейших расчетах не используется.



**Текстовая информация** — совокупность алфавитных, цифровых и специальных знаков, с помощью которых информация представляется на носителях информации (например, бумаге).

**Графическая информация** — это различного рода графики, схемы, рисунки и т.п.

**Звуковая информация** — это набор звуков, воспринимаемых человеком или техническим устройством.

Классификация по **используемым функциям** зависит от применения информации в конкретных областях. В социологии и менеджменте, например, широко используется социологическая информация, рекламная, прогнозная и др.

По типу используемых данных информация делится в зависимости от конкретной области, в которой данные возникают и используются. Например, **социологическая информация** – это совокупность сведений, отражающих социальные процессы и служащих для управления этими процессами и коллективами людей в социальной сфере.

Возможны и другие способы классификации. Например, по способу обработки техническими устройствами информацию можно разделить на цифровую и аналоговую. Цифровая информация обрабатывается как дискретная последовательность сигналов, а аналоговая – как непрерывный сигнал.

# Свойства информации.

**Объективность информации** означает отсутствие субъективных факторов в процессе получения и обработки информации. Данное свойство характеризует независимость информации от чье-либо мнения или сознания. Объективную информацию можно получить с помощью каких-либо измерений (например, точными приборами).

Например, информация о том, что автомобиль ехал быстро, не всегда объективна. Информация о том, что автомобиль ехал со скоростью 150 км/ч объективна, если она получена с помощью исправной камеры фиксации скоростного режима.

**Полнота информации** определяет достаточность данных для принятия решений или создания новых данных на основе уже имеющихся. О полноте информации можно говорить, когда какая-либо дополнительная информация об объекте будет уже избыточна.

Неполная информация может привести к ошибочным выводам и действиям. Например, сообщение «Температура на улице 10 градусов» без уточнения «тепла» или «мороза» может привести к неправильному выбору человеком верхней одежды.

**Достоверность информации** характеризует то, как информация отражает истинное положение дел, степень доверия, с которой потребитель информации ее воспринимает. Достоверность информации носит статистический характер и оценивается в определенной шкале. Недостоверная информация может привести к неправильным решениям. Например, недостоверная информация в рекламе может привести к ошибкам при покупке товара.

Достоверная информация со временем может стать недостоверной, так как она может устаревать и не отражать истинное положение дел. Достоверность информации зависит от достоверности источника информации (полностью надёжный, чаще всего надёжный, довольно надёжный и так далее до совершенно ненадёжного и того, чей статус не определён).

**Точность информации** определяет степень близости получаемой информации к реальному состоянию объекта, процесса, явления. Например, десятичное число может быть записано с точностью до трех десятичных знаков. В этом случае можно оценить максимально возможную ошибку при использовании этого числа (чем отличается от достоверности? Может ли информация быть достоверной, но неточной?)

**Адекватность информации** – это определенный уровень соответствия создаваемого с помощью полученной информации образа реальному объекту (чем отличается от достоверности?, может ли быть информация достоверной, но не адекватной?; чем отличается от объективности?).

**Доступность информации** – мера возможности получить ту или иную информацию в приемлемое время в необходимом виде. Например, секретные документы, хранящиеся в архиве, невозможно получить людям, которым доступ к таким архивам запрещен. В этом случае информация является недоступной.

**Актуальность (своевременность) информации** – это степень соответствия информации текущему моменту времени, вовремя полученная информация. Например, телеграмма о приезде друзей, полученная своевременно, позволит вовремя их встретить.



# Измерение информации.

1. **Объем данных  $V_d$  информации.** Измеряется в количестве символов, входящих в данные.

Объем данных в ВТ измеряется в **битах**. **Бит** – это один символ алфавита, состоящего из двух символов – 0 или 1.

Восемь битов образуют 1б (один **байт**) . Таким образом, байт – это символ алфавита из 256 символов (почему?).

Более крупные единицы измерения объемов данных:

- 1 Кб (килобайт)=1024 б= $2^{10}$  байт,
- 1Мб (Мегабайт)=1024 Кб= $2^{20}$  байт,
- 1Гб (гигабайт)=1024 Мб = $2^{30}$  байт,
- 1Тб (терабайт)=1024 Гб= $2^{40}$  байт,
- 1Пб (петабайт)=1024 Тб= $2^{50}$  байт.

# Количество информации.

- Количество информации характеризует степень снижения неопределенности знаний об объекте или событии.
- Неопределенность знаний характеризуется количеством возможных состояния объекта (возможных результатов некоторого события, например, бросания монеты или кубика)

$H(\alpha)$  – исходная неопределенность знаний об объекте (событии)  $\alpha$  .

$H_{\beta}(\alpha)$  – неопределенность знаний об объекте (событии) после прихода сообщения  $\beta$

$I_{\beta}(\alpha)$  - количество информации, которое содержится в сообщении  $\beta$

$$I_{\beta}(\alpha) = H(\alpha) - H_{\beta}(\alpha)$$

# Частные случаи

1. Если  $H(\alpha) = H_{\beta}(\alpha)$ , то  $I_{\beta}(\alpha) = 0$  –  $\beta$  является тривиальным сообщением, не несущим информации.
2. Если  $H_{\beta}(\alpha) = 0$ , то  $I_{\beta}(\alpha) = H(\alpha)$ , т.е. количество информации в сообщении  $\beta$  равно исходной неопределенности состояния объекта.

# Понятие вероятности события

Вероятность – это мера возможности наступления некоторого события.

Пусть система может находиться в одном из  $N$  состояний, например, пусть существует  $N$  различных возможных вариантов какого-либо действия.

Пусть  $m$  – количество состояний системы (результатов действия), которые приводят к появлению события  $A$ .

Тогда вероятность реализации события  $A$  равна

$$p=m/N$$

## Пример

Пусть подбрасываются 2 игральные кости. Какова вероятность, того, что выпадет 10 очков.

Общее количество вариантов 36, при этом 10 очков дают лишь следующие сочетания результатов бросания: 4+6, 5+5, 6+4, то есть существует 3 варианта, при которых реализуется искомое событие. Тогда вероятность этого события равна  $p_{10} = 3/36 = 1/12$ .

# Формула Хартли для равновероятных состояний системы

Пусть система может находиться в одном из  $N$  равновероятных состояний, тогда до прихода сообщения неопределенность знаний о ней равна (по Р.Хартли)

$$H(\alpha) = \log_2 N$$

Пусть после прихода сообщения  $\beta$  количество неопределенных ситуаций уменьшилось и стало равно  $m$ . Тогда неопределенность знаний о системе после прихода сообщения стала равна

$$H_\beta(\alpha) = \log_2 m$$

Отсюда количество информации в сообщении равно

$$I_\beta(\alpha) = H(\alpha) - H_\beta(\alpha) \text{ или}$$

$I_\beta(\alpha) = \log_2 N - \log_2 m = \log_2(N/m) = \log_2(1/p)$ , где  $p = m/N$  – вероятность реализации одной из оставшихся неопределенных ситуаций. Количество информации измеряется в битах.

# Формула Хартли (вероятностный подход к измерению количества информации)

Пусть имеется объект (система)  $\alpha$ , который может находиться в одном из  $N$  состояний  $\alpha_i$ , с вероятностью  $p_i$ ,  $i=1,2,\dots,N$ ,  $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ .

Пусть пришло сообщение  $\beta$  о том, что система находится в состоянии  $i$ . Тогда количество информации в сообщении об  $i$ -ом состоянии системы равно

$$I_{\beta}(\alpha_i) = \log_2(1/p_i) \text{ – формула Хартли}$$

**Важно.** Чем менее вероятно состояние системы, тем больше информации несет сообщение, что система находится в этом состоянии.

В том случае, когда все состояния системы равновероятны,  $p_i = 1/N$  и

$$I_{\beta}(\alpha_i) = \log_2(N)$$



# Пример 1.

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

**Решение.**

Общее количество шаров в корзине равно 24, вероятность выбора черного шара равна  $p=8/24=1/3$ .

Количество информации в сообщении о том, что из корзины достали черный шар равна

$$I=\log_2(1/p)=\log_2 3=1,58 \text{ (бит)}$$

## Пример 2.

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

### Решение

Общее количество шаров в корзине равно 24 и количество возможных состояний системы, связанной с вытаскиванием шаров, равно 24 и исходная неопределенность  $H(\alpha) = \log_2 24$ .

После прихода сообщения количество состояний системы уменьшилось до 8, поскольку стало известно, что из корзины достали черный шар (но неизвестно – какой!).

Неопределенность системы стала равной  $H_\beta(\alpha) = \log_2 8$ .

Отсюда количество информации в сообщении равно

$$I_\beta(\alpha) = \log_2 24 - \log_2 8 = \log_2 (24/8) = \log_2 (3) = 1,58 \text{ (бит)} - \text{совпадает с примером 1.}$$

## Пример 3

В корзине лежат 16 шаров, все разного цвета. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали черный шар?

Решение.

Поскольку выбор каждого шара равновероятен, то

$$I = \log_2 16 = 4 \text{ (бита)}$$

# Пример 4

В корзине лежат белые и черные шары. Среди них 18 черных шаров. Сообщение о том, что из корзины достали белый шар, несет 2 бита информации. Сколько всего в корзине шаров?

## Решение.

Пусть  $K_6$  – количество белых шаров в корзине. Тогда общее количество шаров в корзине равно  $18+K_6$  и вероятность того, что из корзины достали белый шар, равна

$$P = K_6 / (18 + K_6), \text{ и } 1/P = (18 + K_6) / K_6$$

Количество информации в сообщении о том, что из корзины достали белый шар, равно по формуле Хартли

$$I = \log_2(1/P) = \log_2((18 + K_6) / K_6)$$

По условию  $I=2$ . Замечая, что  $\log_2 4=2$ , имеем  $(18 + K_6) / K_6 = 4$ .

Отсюда  $K_6=6$ , и общее количество шаров в корзине равно  $18+6=24$ .

## Смысл формулы Хартли при вероятностном подходе к измерению количества информации

Пусть имеется  $N$  равнозначных предметов. Тогда количество информации, получаемое при равновероятном выборе **одного** предмета из  $N$  равнозначных, равно

$$I = \log_2 N.$$

.

## Формула К.Шеннона

Пусть имеется объект (система)  $\alpha$ , который может находиться в одном из  $N$  состояний с вероятностью  $p_i$ ,  $i=1,2,\dots,N$ ,  $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ .

Пусть приходит сообщение  $\beta$  о системе. Тогда количество информации

$$I_{\beta}(\alpha) = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2(p_i) \text{ – формула Шеннона}$$

Если все состояния равновероятны, то  $p_i=1/N$  и

$$I_{\beta}(\alpha) = - \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N}\right) * \log_2(1/N) = - \log_2(1/N) = \log_2(N)$$

**– совпадает с формулой Хартли для системы, которая может находиться в одном из  $N$  равновероятных состояний**

Здесь также количество информации измеряется в битах.

## Пример 5 (формула Шеннона)

В корзине лежат 16 белых и 8 черных шаров. Какое количество информации несет сообщение о том, что из корзины достали шар?

Решение.

Общее количество шаров в корзине равно 24, вероятность достать белый шар равна

$p_1 = 16/24 = 2/3$ , вероятность достать черный шар равна  $p_2 = 8/24 = 1/3$ . Тогда

$$I = -(2/3 * \log_2(2/3) + 1/3 * \log_2(1/3)) = (-2/3 * (-0,585) + 1/3 * (-1,585)) = 0,918 \text{ (бит)}$$

# Алфавитный подход к измерению информации

- Позволяет определить количество **информации**, заключенной в тексте, записанном с помощью символов некоторого **алфавита**.
- Применяется при определении количества информации, передаваемой по каналам связи, а также для оценки объемов информации на носителях данных.

Пусть имеется алфавит, использующий  $m$  символов для написания сообщений.

## Лемма.

Число различных сообщений длины  $n$ , которые могут быть составлены из символов данного алфавита, равно  $N=m^n$ .

Например, количество двоичных чисел (т.е. сообщений из алфавита из двух символов – 0 и 1) длины  $n$  равно  $N=2^n$



Пусть пришло сообщение длиной  $n$ .

Неопределенность системы перед приходом сообщения равна  $H(\alpha) = \log_2(m^n)$ .

Поскольку после прихода сообщения неопределенность о системе снимается (известно, какое конкретно пришло сообщение), то  $H_\beta(\alpha) = 0$  и

$$I_\beta(\alpha) = H(\alpha) = \log_2(m^n) = n \log_2(m).$$

Если  $m=2$ , то  $I_\beta(\alpha) = n$ , т.е. количество информации в двоичной последовательности равно длине

# Пример

Пусть имеется последовательность длиной 8 бит из символов 0 и 1.

$\beta=(11000110)$ .

Здесь  $m=2$ ,  $n=8$ , тогда  $I_{\beta}(\alpha)=8$  бит

Таким образом, количество информации в двоичной последовательности совпадает с объемом данных в этой последовательности.

## **Смысл формулы Хартли при алфавитном подходе к измерению количества информации**

Если  $n=1$ , то  $I=\log_2 m$ .

Таким образом  $I=\log_2 m$  - это то количество информации, которое несет в себе один символ алфавита из  $m$  символов

Очевидно, что  $\log_2 2=1$  (бит).

**Тогда 1 бит – это количество информации, которое несет в себе сообщение из 1 символа в алфавите из 2-х символов.**

## Пример 5.

Пусть имеются двухчашечные весы и пусть имеется  $N$  монет. Известно, что одна из этих монет легче других. Какое минимальное количество взвешиваний необходимо произвести, чтобы определить эту монету.

Решение.

Исходная неопределенность системы из  $N$  монет равна  $H = \log_2 N$ . При взвешивании на весах возможен один из трех вариантов: груз легче на левой чашке(+), груз легче на правой чашке (-), грузы на чашках равны (0). Тогда при  $k$  взвешиваниях количество вариантов результатов взвешиваний (т.е. количество различных цепочек из символов +,-,0) будет равно  $3^k$ . Тогда неопределенность, которую можно снять при  $k$  измерениях, равна  $H_1 = \log_2 3^k$ . Поскольку за  $k$  измерений исходная неопределенность должна быть снята, то  $H_1 \geq H$ , т.е.

$$\log_2 3^k \geq \log_2 N \text{ или } 3^k \geq N.$$

Отсюда  $k \geq \log_3 N$ .

Пусть  $N=27$ . Тогда  $k \geq 3$  и минимальное количество взвешиваний равно 3.

Задание. Придумать алгоритм, при котором за 3 взвешивания можно определить легкую монету.